

## تأثير الأحماض الدبالية المستخلصة من مصادر عضوية مختلفة في تركيز الكالسيوم الذائب والفسفور الجاهز في تربتين كلسيتين

جمال هاشم يعكوب\*<sup>(1)</sup> ومحمد عبد الله عبد الكريم<sup>(2)</sup>

- (1). إدارة الخدمات الجامعية، رئاسة الجامعة، جامعة البصرة، العراق.  
 (2). قسم علوم التربة والموارد المائية، كلية الزراعة، جامعة البصرة، العراق.  
 (\*للمراسلة: جمال هاشم يعكوب. البريد الإلكتروني: [jam13336@gmail.com](mailto:jam13336@gmail.com)).

تاريخ الاستلام: 2020/05/28 تاريخ القبول: 2020/06/13

### الملخص

نفذت تجربة في مختبرات قسم علوم التربة والموارد المائية، بكلية الزراعة، جامعة البصرة، العراق عام 2019 لدراسة تأثير خليط الأحماض الدبالية (حامض الهيوميك وحامض الفولفيك) المستخلصة من مصادر عضوية مختلفة (قش الرز وقوالح الذرة ومخلفات أبقار ومخلفات دواجن) بعد تخميرها تخميراً هوائياً لمدة ثلاثة أشهر في جاهزية عنصر الفوسفور وعلاقة ذلك بتركيز الكالسيوم الذائب في تربتين مختلفتي الخصائص. أضيفت الأحماض الدبالية بمستويات 0 و 20 و 40 و 60 لتر/هكتار، وعملت الترتين بمستويات من الفوسفور (0 و 50 و 100 و 150 كغ P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> هكتار) من مصدرين سماديين هما السوبرفوسفات المركز وفوسفات ثنائي الأمونيوم. حضنت المعاملات بالحاضنة على درجة حرارة 25 ± 2 °م لمدة 14 يوماً قدر بعدها الكالسيوم الذائب والفسفور الجاهز المستخلص بمحلول 0.5M NaHCO<sub>3</sub> أوضحت نتائج التجربة انخفاض تركيز الكالسيوم الذائب بزيادة مستويات الأحماض الدبالية في التربتين ولنوعي السماد، وبلغت أقل القيم عند قش الرز ومخلفات الدواجن، مع تفوق واضح لسماد السوبر فوسفات المركز على سماد فوسفات ثنائي الأمونيوم. أما بالنسبة لكمية الفوسفور الجاهز في التربة فقد سلكت سلوكاً معاكساً لتركيز الكالسيوم في محلول التربة واختلف تأثير مصدر ومستوى الأحماض الدبالية باختلاف نوع التربة ونوع السماد الفوسفاتي، إذ أعطت المعاملة بالأحماض الدبالية المستخلصة من قش الرز بمستوى 40 لتر/هكتار أعلى القيم وللتربتين.

**الكلمات المفتاحية:** الأحماض الدبالية، الكالسيوم الذائب، الفوسفور الجاهز، فوسفات ثنائي الأمونيوم، قش الرز، تربة كلسية.

### المقدمة:

يعد الفوسفور من العناصر الغذائية الكبرى التي تلعب دوراً مهماً في حياة النبات وتطوره، إذ يدخل هذا العنصر في الكثير من العمليات الحيوية، فهو مكون أساسي في بناء بعض المركبات مثل الأحماض النووية والفوسفوليبيدات و ATP والمرافقات الأنزيمية ذات الأهمية

في عملية التركيب الضوئي وانقسام الخلايا والتنفس وتكوين البذور والثمار (Sanchez, 2007)، وبناءً على ذلك فإن النبات لا يستطيع أن ينمو بشكل طبيعي بدون وجود كميات كافية من هذا العنصر. يعاني الفوسفور في الترب الكلسية من قلة جاهزيته بسبب ارتفاع قيمة pH لهذه الترب ووجود كربونات الكالسيوم كسطح يمتاز هذا العنصر، فضلاً عن كونها مصدر للكالسيوم الذي يتفاعل بدوره مع الفوسفور الذائب مكوناً معقدات قليلة الذائبية بحيث لا يستفيد النبات المزروع في مثل هذه الترب إلا من نسبة متدنية تتراوح بين 2.5-15% من الفوسفور المضاف كسماد (Sarwar et al., 2014). إن إضافة الأسمدة الفوسفاتية الكيميائية يمكن أن تعوض النقص الحاصل للفوسفور في مثل هذه الترب وتعوض الفقد في حاصل النبات وتحسن نوعيته وتعتمد كفاءة هذه الأسمدة على قدرتها في زيادة كمية الفوسفور الذائب في المحلول ولكن الاستخدام المتكرر لهذه الأسمدة يعجل من استهلاك المادة العضوية في التربة، ويسبب تدهور في خواص التربة المختلفة ونقص جاهزية العناصر الغذائية الصغرى، فضلاً عن تلوث البيئة وارتفاع أسعار هذه الأسمدة (Saha et al., 2013).

تُعد الحوامض الدبالية (حامض الهيوميك وحامض الفولفيك) المكوّن الأساسي للمادة العضوية (تقريباً 80%) والتي تتكون عادةً من خلال عملية التبدّل للمخلفات الحيوانية والنباتية بفعل الأحياء المجهرية. وتتميز الحوامض الدبالية بأنها خليط من المواد الأروماتية والأليفاتية مقاومة للتحلل وأوزانها الجزيئية عالية واستخدمت بكثرة في المجالات الزراعية المختلفة مثل تحسين خواص التربة الفيزيائية وزيادة خصوبة التربة وتحسين الأدوار الفسيولوجية للنبات. وفي العلوم البيئية (Ouni et al., 2014) تمتاز المواد الدبالية بقدرتها العالية على التداخل إيجابياً في زيادة الفوسفور الجاهز بالتربة وخفض تثبيته وزيادة الكمية الممتصة من قبل النبات من خلال آليات لخصها العديد من الباحثين تضمنت تحسين خواص التربة الفيزيائية والكيميائية مما يؤدي الى زيادة جاهزية الصور المعدنية للفوسفور، وكذلك منافسة الأحماض الدبالية لأيونات الفوسفات على الترسيب مع الكالسيوم أو على اسطح كربونات الكالسيوم أو الأطيان، أو يمكن أن تسلك الأحماض الدبالية سلوك مواد مخلبية تمسك الفوسفات (Cirmin and Yilmaz, 2005) وأن دور الأحماض الدبالية يكون من خلال تحويل أسترات الفوسفات الى فوسفور لاعضوي (Sarwar et al., 2014).

إن تأثير الحوامض الدبالية في خواص التربة ونمو النبات يعتمد على مصدر وتركيز هذه الحوامض علاوةً على الوزن الجزيئي لدقائق هذه الحوامض. هذه الخواص تتحكم بالقدرة على مسك العناصر الغذائية وحفظها من الفقد ثم إطلاقها وهذه بدورها تتحكم بالكمية الجاهزة لهذه العناصر في التربة وكذلك تأثيرها المباشر على النبات فقد أشار Mindari et al., (2019) أن اختلاف حامض الهيوميك المستخلص من مصادر عضوية مختلفة في نمو النبات لم يعتمد على كمية الحامض المستخلصة ولكن يعتمد على قدرة الحامض على مسك والاحتفاظ بالمغذيات، وأفاد Nardi et al., (2000) أن جزيئات دقائق الحوامض الدبالية الأقل من 3500 دالتون تصل بسهولة الى الغشاء البلازمي للخلية بينما الجزيئات الأكبر من 3500 دالتون لا تدخل الخلايا النباتية وتتفاعل مع جدار الخلية فلا يكون لها دور كبير في نمو النبات. وحصل Asing et al., (2009) على اختلاف في كمية وخواص حامض الهيوميك ومحتواه من العناصر باختلاف المصدر العضوي المستخدم مفيداً إن كمية حامض الهيوميك المنتج اعتمدت على محتوى المخلفات من اللجنين الذي يتحلل الى مركبات أبسط ويتجمع مرة أخرى عبر عمليات كيموحيوية مكوناً جزيئات حامض الهيوميك.

يُعد صخر الفوسفات المصدر الرئيسي لصناعة الأسمدة الفوسفاتية المختلفة ماعدا الأسمدة متعددة الفوسفات (polyphosphate) فهي تُنتج من عنصر الفوسفور، حيث يُعامل صخر الفوسفات بالحرارة أو الحوامض القوية لإنتاج أسمدة مختلفة في خواصها ومحتواها

من الفوسفور والعناصر الأخرى كالسيوم والمغنسيوم والكبريت. إن هذا الاختلاف بين الأسمدة يعود بالنتيجة على تفاعلها في التربة وقدرتها على إطلاق الفوسفور والتأثير في نمو النبات فقد أشار Chien *et al.*, (2011) إلى أن كفاءة الأسمدة الفوسفاتية الذائبة تعتمد على عاملين هما الاختلاف في ذائبية المركبات المتكونة من تفاعل الفوسفور مع مكونات التربة وكذلك خواص التربة كالنسجة والتركيب المعدني. وحدد Hosel *et al.*, (2014) العوامل التالية المؤثرة في انتشار أيون الفوسفات من الأسمدة المختلفة: رطوبة التربة التي تسيطر على قدرة أيون الفوسفات على الحركة بالانتشار و pH التربة والأيون الموجب المرافق للفوسفور في تركيبة السماد، فمثلاً فوسفات الأمونيوم يكون أسرع انتشاراً من فوسفات البوتاسيوم، وهذا بدوره أسرع من فوسفات الكالسيوم، وأخيراً نسجة التربة. أفاد عواد، (1987) أن pH المتعادلة للمحلول المشبع لسماد فوسفات ثنائي الأمونيوم لا تسبب تكوين رواسب للفوسفات في التربة وأن جاهزيته أكبر من جاهزية سماد السوبرفوسفات. وحصل Zafar *et al.*, (2011) على زيادة في حاصل النبات نتيجة استخدام فوسفات ثنائي الأمونيوم مقارنة بسماد السوبرفوسفات المركز. وتوصل Thomas and Rengel, (2002) إلى أن حركة الفوسفور من مكان وضعه في الجورة كان أكبر لسماد فوسفات ثنائي الأمونيوم مما هو لسماد السوبرفوسفات المركز مما أدى إلى تأثيره إيجابياً في نمو النبات وحاصله. وحصل Alkhader and Rayyan, (2015) على تفوق لسماد فوسفات ثنائي الأمونيوم على سماد السوبرفوسفات في نمو النبات.

بناءً على ما تقدم تهدف هذه الدراسة إلى بيان تأثير المصدر العضوي للحوامض الدبالية في جاهزية الفوسفور المضاف من مصدرين مختلفين في تربة كلسية مختلفة الخصائص وتحديد أفضل معاملة تداخل لعوامل الدراسة في زيادة جاهزية الفوسفور للنبات.

#### مواد البحث وطرقه:

أجريت مجموعة من تجارب الحضانة في مختبرات قسم علوم التربة والموارد المائية، كلية الزراعة، جامعة البصرة، العراق، عام 2019 وذلك لدراسة تأثير الحوامض الدبالية المستخلصة من المصادر العضوية المختلفة في جاهزية الفوسفور في تربتين مختلفتي الخصائص وعلاقة ذلك بتركيز الكالسيوم الذائب.

#### جمع المخلفات العضوية وتجهيزها:

تم استعمال أربعة من المخلفات العضوية وهي (قش الرز وقوالح الذرة ومخلفات الأبقار ومخلفات الدواجن)، جمعت من الحقول الزراعية القريبة. نُظفت المخلفات ونُعمت ثم حُمّرت بعد ذلك بوضعها في حاويات بلاستيكية مثقبة من الأسفل لغرض السماح بخروج الماء الفائض وللمنع حدوث ظروف لاهوائية تؤثر على عملية التخمر، ووضع نصف المواد العضوية ثم إضافة طبقة من التربة كمصدر للأحياء المجهرية التي تقوم بعملية التحلل، بعد ذلك تم إضافة النصف الآخر من المخلفات. أُضيفت للحاويات سماد اليوريا بتركيز 3% من وزن المخلفات ثم ترطيب الحاويات بما يعادل 60% من وزنها مع المحافظة على الرطوبة طيلة فترة التخمر. تم تغطية الحاويات ووضعها في مكان بعيد عن أشعة الشمس لمدة ثلاثة أشهر مع تقليب المخلفات كل أسبوعين، بعد ذلك أُخرجت المخلفات وجُففت هوائياً.

#### استخلاص الأحماض الدبالية:

تم استخلاص الأحماض الدبالية (حامض الهيوميك وحامض الفولفيك) معاً من المخلفات العضوية المخمرة وذلك باستخدام 0.1 M من محلول هيدوكسيد الصوديوم NaOH وحسب ما وصُف في Page et al., (1982) حيث تمت إضافته الى المخلفات بنسبة 1:10 (NaOH: مخلفات) ثم عُدّل pH المحلول الى 11 و تُرِكَ لمدة 24 ساعة في المختبر. بعد ذلك عُزل المحلول عن المواد الصلبة بواسطة قطعة قماش ثم استخلصت المواد الصلبة مرة أخرى بمحلول 0.1 M من NaOH. جُمع الراشح في المرحتين والذي يتضمن حامضي الهيوميك والفولفيك مع بعض ثم عُدلت pH إلى 6 بواسطة حامض HCl المخفف، واحتفظ به في أوعية بلاستيكية. قُدرت خصائص الأحماض الدبالية وأُدرجت في الجدول (1). ذ تم قياس درجة تفاعل الأحماض الدبالية بجهاز pH meter وقياس التوصيل الكهربائي بجهاز Conductivity meter وتم إجراء تحليل عناصر الكربون والهيدروجين والنيتروجين بجهاز تحليل العناصر الدقيق نوع EuroEA 3000 وحسب الطرق الموصوفة من قبل Page et al., (1982). كذلك تم إجراء تحليل الأشعة تحت الحمراء للتعرف على المجاميع الفعالة السائدة وذلك بأخذ 1mg من المواد الدبالية بعد تجفيفها على درجة حرارة 50 درجة مئوية وإضافة 400 mg من بروميد البوتاسيوم KBr وطحنها معاً ووضعها في جهاز FTIR 8400S Shimad34 وعُرِضت لضغط  $7500 \text{ kg/cm}^2$  وحسب ما وصف في Page et al., (1982). تم حساب كمية الأحماض الدبالية المستخلصة عن طريق تجفيف 100 مل من هذه الأحماض ومن ثم حساب الوزن الجاف لها.

ايضاً تم حساب الامتصاصية (E4/E6) للأحماض الدبالية على طول موجي 465 nm وطول موجي 665 nm ومن ثم حساب النسبة بين هاتين القيمتين وذلك باستخدام جهاز Spectrophotometer وحسب الطريقة المذكورة في Page et al., (1982). ولغرض التعرف على كمية الفوسفور الكلي تم هضم الحوامض الدبالية بوجود الخليط الحامضي  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HClO}_4$  حتى الوصول لمحلول رائق ثم تقدير الفوسفور الكلي في محلول الهضم بطريقة اللون الأزرق المقترحة من قبل Murphy and Riley, (1962) في جهاز Spectrophotometer على طول موجي 700nm. تم تقدير كمية الكالسيوم والمغنيسيوم في محلول هضم الأحماض الدبالية باستخدام جهاز الامتصاص الذري Atomic absorption. وكذلك قُدرت كمية الصوديوم والبوتاسيوم في محلول الهضم بجهاز Flame Photometer وحسب ما وصُف في Page et al., (1982).

الجدول 1. الخصائص الأولية للأحماض الدبالية

مخلفات دواجن	مخلفات الأبقار	قوالب الذرة	قش الرز	الوحدة	الصفة
3.06	3.02	6.21	5.20	%	كمية الحوامض الدبالية
14.30	2.80	0.55	0.87	ديسيمنز م <sup>-1</sup>	EC
45.73	46.80	41.00	40.60	%	C
3.45	3.83	2.41	2.06	%	H
3.71	3.07	1.00	1.35	%	N
12.32	15.24	41.12	30.06	-	نسبة C/N
1.83	1.82	7.31	9.26	-	E4/E6
3.28	0.87	0.69	0.74	%	Ca الكلي
1.39	1.82	0.55	0.62	%	Mg الكلي
7.76	6.72	10.00	8.80	%	Na الكلي
0.02	0.0098	0.016	0.027	%	P الكلي
0.72	0.83	1.02	0.85	%	K الكلي

تحضير وتهينة التربة:

تم استخدام تربتين احدهما تربة رملية مزيجية من مزارع قضاء الزبير وتربة طينية من مزارع قضاء القرنة/محافظة البصرة اذ أخذت من العمق 0-30سم بشكل عينة مركبة ثم تجفيفهما هوائياً وطحنهما ونخلت من منخل سعة فتحاته 2 ملم وتم تقدير الخواص الأساسية للتربتين (الجدول 2) إذ تم عمل عالق تربة وماء بنسبة 1:1 وتم قياس pH التربة بجهاز pH Meter وحسب الطريقة الموصوفة في Page et al., (1982). وقياس التوصيل الكهربائي في راشح 1:1 بجهاز Conductivity meter وحسب الطريقة الموصوفة في Page et al., (1982).

قُدرت معادن الكربونات عن طريق التسحيح مع هيدروكسيد الصوديوم 1N NaOH بوجود دليل الفينونفثالين بعد إضافة 1N من حامض الهيدروكلوريك HCl وحسب ماجاء في Jackson, (1958). أما بالنسبة لتقدير السعة التبادلية للأيونات الموجبة فقد تم استخدام طريقة Papanicolaou الموصوفة في Page et al., (1982) حيث شُبعت التربة بمحلول 1N CaCl<sub>2</sub> بعدها تم استخدام محلول 1N من نترات الصوديوم NaNO<sub>3</sub> كمحلول استخلاص. وتم تقدير المادة العضوية عن طريق تقدير الكربون العضوي الكلي حسب طريقة Walky-Black الموصوفة في Page et al., (1982). أما الفوسفور الجاهز فقد استخلص بمحلول 0.5 M NaHCO<sub>3</sub> حسب طريقة Olsen ثم قدر بطريقة اللون الأزرق حسب ما ورد في Murphy and Riley, (1962) وعلى طول موجي 700 nm باستخدام جهاز Spectrophotometer. وقُدرت الأيونات الموجبة والسالبة في مستخلص عينة التربة المشبعة وفقاً للطرق القياسية الموصوفة في Richards, (1954) و Page et al., (1982). قُدرت نسجة التربة بطريقة الماصة الواردة في Black, (1965).

الجدول 2. التحليلات الأولية للترب المدروسة

الصفة	الوحدة	تربة طينية	تربة رملية
pH	-	8.0	7.8
E.C	dS.m <sup>-1</sup>	3.0	4.0
معادن الكربونات	g kg <sup>-1</sup>	200.00	53.00
CEC	Cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup>	37.62	12.50
المادة العضوية	g kg <sup>-1</sup>	21.4	8.60
Ca <sup>+2</sup>	mmole.l <sup>-1</sup>	8.00	8.13
Mg <sup>+2</sup>		8.05	2.35
Na <sup>+</sup>		6.30	7.22
K <sup>+</sup>		1.88	2.08
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		12.51	3.79
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>		10.21	6.81
Cl <sup>-</sup>		3.07	18.46
CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>		0	0
الفوسفور الجاهز		mg kg <sup>-1</sup>	9.22
مفصولات التربة			
الرمل	%	13.4	82.6
الطين		82.9	12.4
الغرين		3.70	5.0
النسجة		طينية	رملية مزيجية

تنفيذ التجربة والمعاملات: تم تنفيذ تجربة حضن باستخدام العوامل الآتية لبيان تأثير الحوامض الدبالية في جاهزية عنصر الفوسفور في تربتي الدراسة:

العامل الأول: مصدر الأحماض الدبالية ويتضمن المعاملات الآتية: ( قش الرز وقوالح الذرة ومخلفات دواجن ومخلفات أبقار).

العامل الثاني: مستوى الأحماض الدبالية ويتضمن المعاملات الآتية 0 و 20 و 40 و 60 لتر/هكتار<sup>-1</sup>

العامل الثالث: مصدر السماد الفوسفاتي وتتضمن المعاملات الآتية: سماد سوبر فوسفات المركز (CSP) 20%P وسماد فوسفات ثنائي الأمونيوم (DAP) 21% P

العامل الرابع: مستوى السماد الفوسفاتي وتتضمن المعاملات الآتية: 0 و 50 و 100 و 150 كغ P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/هكتار

العامل الخامس: نوع التربة وتتضمن المعاملات الآتية: تربة طينية و تربة رملية مزيجة.

أخذ 100 غرام تربة جافة هوائياً ومنخولة من منخل سعة فتحاته 2 ملم ووضعت في أوعية بلاستيكية وعُوملت بالسماد الفوسفاتي بالنوع والمستوى المطلوب خطأً ثم أُضيفت لها الحوامض الدبالية بالنوع والمستوى المطلوب بعد إذابته بماء مقطر بما يعادل السعة الحقلية لكل تربة (السعة الحقلية للتربة الرملية 20% وللتربة الطينية 30%). حُضنت النماذج في الحاضنة على درجة حرارة 25 ± 2م لمدة 14 يوماً مع المحافظة على الرطوبة ثم أُخرجت من الحاضنة ثم جُففت هوائياً وطُحنت ونُخلت من منخل سعة فتحاته 2 ملم لتقدير الكالسيوم الذائب والفوسفور الجاهز. قُدر الكالسيوم الذائب بعمل مستخلص عينة تربة مشبعة وأخذت كمية من المستخلص عُدت pH له بإضافة قطرات من محلول 4N NaOH ثم أُضيفت 50 ملغم من دليل الميروكسايد حتى تطور اللون الى الأحمر وبعد ذلك سحح المحلول مع 0.01N Na-EDTA حتى تحول اللون إلى الأرجواني وحُسب تركيز الكالسيوم الذائب من المعادلة الآتية وحسب الطريقة الواردة في (Richards, 1954):

$$\text{حجم EDTA} \times \text{عيارية EDTA} = (\text{Meq/L}) \text{Ca}^{++} \times 1000$$

حجم مستخلص التربة

أما الفوسفور الجاهز في معاملات التجربة فقد قُدر بالاستخلاص بواسطة محلول 0.5 M NaHCO<sub>3</sub> وحسب طريقة Olsen الواردة في (Page et al., 1982) ثم طُور اللون الأزرق باستخدام مولبيدات الأمونيوم وحمض الاسكوريك وقُدر الفوسفور على طول موجي 700 nm باستخدام جهاز Spectrophotometer وحسب ما ورد في (Murphy and Riley, 1962).

#### التحليل الإحصائي:

نُفذت التجربة بأسلوب التجارب العاملية بثلاثة عوامل (نوع المخلفات العضوية X مستوى الأحماض الدبالية X مستوى السماد الفوسفاتي) لكل من نوع السماد ونوع التربة على حدة بتصميم القطع كاملة التعشبية بثلاثة مكررات. حُللت البيانات باستخدام تحليل التباين (ANOVA) بواسطة برنامج SPSS 11.0. قُورنت المتوسطات باستخدام اختبار RLSD عند مستوى احتمال 0.05 أما بالنسبة لمقارنة نوعي السماد الفوسفاتي فقد استخدم اختبار (t) عند مستوى احتمال 0.05 (الرأوي وخلف الله، 1980).

#### النتائج والمناقشة:

##### كمية الكالسيوم الذائب في محلول التربة (مليمكافى/لتر):

يُلاحظ من الجداول 3 و 4 و 5 و 6 أن مستويات الأحماض الدبالية المستخلصة قد أثرت معنوياً في تركيز الكالسيوم الذائب في التربة إذ انخفض تركيز أيون الكالسيوم مع زيادة مستويات الأحماض الدبالية في كلا الترتين وللسمادين المستخدمين، ويُعزى ذلك الى قدرة الأحماض الدبالية على خلب أيونات الكالسيوم وتقليل تركيزها في محلول التربة، وتتشابه هذه النتائج مع (Ouatmane et al., 1999) الذين استخدموا الأحماض الدبالية المستخلصة من المخلفات الحيوانية بتركيز 25 مليغرام ولاحظوا أن تركيز الكالسيوم في محلول التربة قد انخفض وزاد تركيز الكالسيوم المرتبط مع حامض الهيوميك الى 175 مليكافىء لكل 100 مل حامض هيوميك و 178

مليماكافىء لكل 100 مل حامض الفولفيك. كذلك حصل Mindari *et al.*, (2014) على زيادة في كمية الكالسيوم المتبادل في التربة بزيادة جرعة حامض الهيوميك المستخلصة من ثلاثة مصادر عضوية. إن الأحماض الدبالية لها القدرة على ربط الأيونات الثنائية مثل الكالسيوم والمغنسيوم عن طريق المجاميع الفعالة وتقليل تركيزها في محلول التربة وخاصة عند pH المرتفع (et al., 1999). وعللّ (Ouatmane, 2016) وعلّلّ Ali and Mindari, (2016) الارتباط بين الحوامض الدبالية والكاتيونات إلى دور أيونات الهيدروجين في الحوامض الدبالية في إبدال الكاتيونات، بينما علّلّ (Sharma and Kappler, 2011) هذا الارتباط إلى إنه ادمصاص مباشر بواسطة الأحماض الدبالية.

كذلك توضح نتائج الجداول 3 و4 و5 و6 اختلاف تركيز الكالسيوم الذائب باختلاف مصدر الأحماض الدبالية مع تفوق لقوالح الذرة ومخلفات الأبقار التي أعطت أعلى القيم في كلا الترتين وعند المعاملة بنوعي السماد الفوسفاتي وتفوقت معنوياً على باقي أنواع المخلفات. إن هذه الاختلافات ربما ترجع إلى أعداد المجاميع الفعالة وخصوصاً الكاربوكسيلية منها ونسبتها إلى المجاميع الفينولية وقدرتها على مسك أيونات الكالسيوم ومدى تحللها وتعادلها عند قيم pH للمحلول. حيث توصلت نتائج التميمي، (1997) إلى أن زيادة المجاميع الكاربوكسيلية على حساب المجاميع الفينولية لحامض الفولفيك زاد من قدرته على مسك الكتيونات الصغرى. فضلاً عن ذلك فإن سيادة حامض الفولفيك في الخليط الحامضي له الدور الأكبر في تكوين معقدات ذائبة بالماء بحيث يمكن أن ترجع بعض الكاتيونات إلى محلول التربة فتزداد نسبتها وهذا يمكن أن ينطبق على قوالح الذرة ذات المحتوى العالي من الأحماض الدبالية التي تسود فيها حوامض الفولفيك استناداً إلى قيم E4/E6 العالية (الجدول 1). شي آخر يمكن أن يتحكم بعملية خلب الكاتيونات والاحتفاظ بها وبالتالي التحكم بالكمية المتبقية من الكالسيوم في المحلول وهي نسبة تركيز الكالسيوم إلى الحوامض الدبالية (كالسيوم:حامض دبالي) فعند النسبة العالية (نسبة مولارية) مثل (0.5:1) تقل عملية الخلب بسبب التنافس بين  $H^+$  من الحامض الدبالي والكاتيون بينما عند النسبة المنخفضة مثل (10:1) فتزداد عملية ربط الكاتيون مع الحامض الدبالي بسبب زيادة تراكيز المجاميع الفعالة المسؤولة عن ربط الكاتيون لحامضي الهيوميك والفولفيك (Gamble and Langford, 1988). وفي الدراسة الحالية يلاحظ اختلاف في محتوى الأحماض الدبالية المستخلصة من مصادرها من الكالسيوم وكمية الأحماض الدبالية وبالتالي نسبة أحدها للآخر (الجدول 1). لقد تشابهت هذه النتائج مع ما أشار له Mindari *et al.*, (2019) من تفوق حامض الهيوميك المستخلص من مخلفات الأبقار على الفحم والكمبوست في مسك أيونات الكالسيوم وإطلاقها للنبات مشيراً إلى أن هذا التفوق يرجع إلى كمية الكالسيوم العالية الممسوكة بواسطة الشحنة السالبة للسلاسل الدبالية وليس لكمية حامض الهيوميك المستخلصة من كل نوع من المخلفات العضوية.

تشير نتائج الجدولين (3 و5) إلى زيادة تركيز الكالسيوم في المحلول بزيادة مستوى سماد السوير فوسفات المركز إذ تفوق المستوى 150 كغ  $P_2O_5$  /هكتار معنوياً على المستويات الأخرى، وقد يرجع السبب إلى محتوى سماد السوير فوسفات المركز من الكالسيوم والذي يصل إلى 12-14% (Prasad and Power, 1997) فضلاً عن التأثير الحامضي لهذا السماد يمكن أن يذيب بعض مكونات التربة مطلقاً أيونات الكالسيوم فقد حصل أحمد وآخرون (2006) على زيادة في تركيز أيونات الكالسيوم  $O_4^{2-}$  و  $HCO_3^-$  في محلول التربة من جراء إضافة السماد الفوسفاتي. أما بالنسبة لسماد فوسفات ثنائي الأمونيوم فيلاحظ من نتائج الجدولين 4 و6 عدم وجود تأثير واضح لمستويات السماد وقد تذبذبت القيم بين الزيادة والنقصان عند كلا الترتين وربما يرجع سبب ذلك إلى التأثير

المتعادل لهذا السماد في التربة مما يقلل من كمية الكالسيوم المضافة للمحلول فضلا عن عدم احتواء هذا السماد على عنصر الكالسيوم في تركيبه (Prasad and Power,1997) ويبقى المصدر الرئيسي للكالسيوم محتوى التربة الأصلي وما تضيفه الأحماض الدبالية. يُلاحظ من الجداول 3 و4 و5 و6 انخفاض تركيز الكالسيوم الذائب بزيادة مستويات الأحماض الدبالية عند كافة أنواع المخلفات مع تفوق للقيم الخاصة بمخلفات الأبقار وقوالب الذرة وكذلك الحال يُلاحظ إن المعاملات المتضمنة إضافة سماد السوبرفوسفات المركز (الجدولان 3 و5) ازداد عندها تركيز الكالسيوم بزيادة مستويات السماد عند كافة مصادر الأحماض الدبالية مع تفوق واضح للقيم الخاصة بمخلفات الأبقار وقوالب الذرة وللتريتين الطينية والرملية وهذا بطبيعة الحال يدل بشكل واضح على كفاءة الأحماض الدبالية المستخلصة من قش الرز ومخلفات الدواجن في مسك والاحتفاظ بأيون الكالسيوم عند مدى واسع من مستويات الفوسفور ومستويات الأحماض الدبالية. أما بالنسبة للمعاملات المتضمنة إضافة سماد فوسفات ثنائي الأمونيوم (الجدولان 4 و6) فلم يعطِ هذا التداخل تأثيراً معنوياً ولم يكن لنوع السماد تأثيراً واضحاً.

بالنسبة للمقارنة بين نوعي السماد الفوسفاتي عند التريتين يتضح تفوق سماد السوبرفوسفات المركز على سماد فوسفات ثنائي الأمونيوم معنوياً حسب اختبار (t) في التريتين، إذ بلغت نسبة الزيادة 15% في التربة الطينية و11% في التربة الرملية وهذا يؤكد دور سماد السوبرفوسفات المركز في تجهيز التربة بالكالسيوم من محتواه الأصلي وفعاليتيه في استخلاص جزء آخر من الكالسيوم من المركبات والأملاح الموجودة في التربة.



الجدول 3. تأثير مستوى الأحماض الدبالية ومصدرها في تركيز الكالسيوم (مليمكافىء لتر<sup>-1</sup>) في محلول التربة الطينية المعاملة بمستويات مختلفة من سماد السوبرفوسفات المركز

نوع المخلفات X مستوى الأحماض الدبالية	مستوى السماد الفوسفاتي (كغ/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /هكتار)				مستوى الأحماض الدبالية (لتر/هكتار)	نوع المخلفات
	150	100	50	0		
20.93	24.93	20.96	19.50	18.36	0	قش الرز
16.70	20.80	18.13	14.10	13.80	20	
12.70	13.83	13.06	12.96	10.96	40	
10.75	13.36	12.90	12.83	3.90	60	
20.93	24.93	20.96	19.50	18.36	0	قوالب ذرة
18.55	19.46	18.80	18.86	17.06	20	
18.78	20.63	20.73	18.30	15.46	40	
16.73	19.23	17.96	15.83	13.90	60	
20.93	24.93	20.96	19.50	18.36	0	مخلفات دواجن
17.18	18.90	16.46	16.93	16.43	20	
15.75	16.76	15.23	15.16	15.83	40	
12.17	13.80	12.20	11.70	11.00	60	
20.93	24.93	20.96	19.50	18.36	0	مخلفات أبقار
19.86	24.16	20.36	19.03	19.15	20	
18.40	22.36	17.76	18.70	14.80	40	
455.1	22.40	13.86	11.43	14.13	60	
نوع المخلفات						
15.27	18.23	266.1	14.84	11.75	قش الرز	نوع المخلفات X مستوى السماد الفوسفاتي
18.77	21.05	19.62	118.2	16.20	قوالب الذرة	
16.50	18.59	16.20	15.82	15.40	مخلفات دواجن	
18.66	623.4	18.24	17.16	15.80	مخلفات أبقار	
مستوى الأحماض الدبالية						
20.93	24.93	20.95	19.50	18.36	0	مستوى الأحماض X مستوى السماد الفوسفاتي
18.07	20.83	18.44	2317.	015.8	20	
16.43	18.40	16.70	16.28	14.26	40	
13.77	17.19	14.23	12.95	10.73	60	
	20.33	17.58	16.61	14.80	مستوى السماد الفوسفاتي	
أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05						
نوع المخلفات X مستوى الأحماض الدبالية X مستوى السماد الفوسفاتي	مستويات الحموض الدبالية X مستويات السماد الفوسفاتي	نوع المخلفات X مستوى السماد الفوسفاتي	نوع المخلفات X مستوى الأحماض الدبالية	مستويات السماد الفوسفاتي	نوع المخلفات	مستويات الأحماض الدبالية
ns	ns	ns	ns	1.20	1.20	1.20

الجدول 4. تأثير مستوى الأحماض الدبالية ومصدرها في تركيز الكالسيوم (مليمكافى لتر<sup>-1</sup>) في محلول التربة الطينية المعاملة بمستويات مختلفة من سماد فوسفات ثنائي الأمونيوم

نوع المخلفات X مستوى الأحماض الدبالية	مستوى السماد الفوسفاتي (كغ/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /هكتار)				مستوى الأحماض الدبالية (لتر/ هكتار)	نوع المخلفات
	150	100	50	0		
17.44	16.46	13.83	<b>19.83</b>	19.67	<b>0</b>	قش الرز
13.78	13.53	11.00	15.36	15.23	<b>20</b>	
5413.	13.30	<b>11.66</b>	13.96	14.90	<b>40</b>	
10.57	13.43	11.65	7.96	9.23	<b>60</b>	
4417.	16.46	13.83	<b>319.8</b>	<b>19.67</b>	<b>0</b>	قوالح ذرة
5317.	15.10	15.86	17.90	21.26	<b>20</b>	
14.17	13.66	14.06	16.63	12.33	<b>40</b>	
13.25	12.83	13.50	15.50	11.20	<b>60</b>	
17.44	<b>16.46</b>	13.83	19.83	19.67	<b>0</b>	مخلفات دواجن
14.05	14.63	11.90	15.46	14.23	<b>20</b>	
12.74	13.63	10.30	13.20	13.83	<b>40</b>	
9.72	6.53	9.23	13.33	9.80	<b>60</b>	
417.4	<b>4616.</b>	13.83	19.83	19.67	<b>0</b>	مخلفات أبقار
7522.	21.60	23.40	<b>621.5</b>	24.46	<b>20</b>	
18.73	15.80	17.26	21.50	20.36	<b>40</b>	
25.39	27.10	21.30	27.33	25.83	<b>60</b>	
نوع المخلفات						
8113.	14.1 8	<b>0312.</b>	714.2	14.76	قش الرز	نوع المخلفات X مستوى السماد الفوسفاتي
915.5	14. <b>53</b>	14.30	17.45	<b>1116.</b>	قوالح الذرة	
13.43	12.5 6	11.31	15.45	14.38	مخلفات دواجن	
<b>0821.</b>	<b>20.2 4</b>	18.95	<b>22.55</b>	22.58	مخلفات أبقار	
مستوى الأحماض الدبالية						
17.44	16.4 6	13.83	19.83	19.67	<b>0</b>	مستوى الأحماض X مستوى السماد الفوسفاتي
17.15	16.7 1	15.54	17.57	<b>18.80</b>	<b>20</b>	
14.77	14.0 9	13.32	16.32	<b>15.35</b>	<b>40</b>	
14.73	14.9 7	13.92	16.03	14.01	<b>60</b>	
	15.5 5	<b>14.15</b>	<b>17.43</b>	<b>5916.</b>	مستوى السماد الفوسفاتي	
أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05						
نوع المخلفات X مستوى الأحماض الدبالية X مستوى السماد الفوسفاتي	مستويات الحمض الدبالية X مستويات السماد الفوسفاتي	نوع المخلفات X مستوى السماد الفوسفاتي	نوع المخلفات X مستوى الأحماض الدبالية	مستويات السماد الفوسفاتي	نوع المخلفات	مستويات الأحماض الدبالية
7.45	2.40	NS	<b>2.40</b>	NS	<b>0.88</b>	<b>0.88</b>

الجدول 5. تأثير مستوى الأحماض الدبالية ومصدرها في تركيز الكالسيوم (مليمكافىء لتر<sup>-1</sup>) في محلول التربة الرملية المعاملة بمستويات مختلفة من سماد السوبرفوسفات المركز

نوع المخلفات X مستوى الأحماض الدبالية	مستوى السماد الفوسفاتي (كغ P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /هكتار)				مستوى الأحماض الدبالية (لتر/ هكتار)	نوع المخلفات	
	150	100	50	0			
28.73	32.40	29.37	24.06	29.10	0	قش الرز	
15.29	16.30	16.05	14.63	14.20	20		
15.51	18.10	15.60	16.26	12.10	40		
13.05	16.56	14.93	11.16	9.56	60		
28.73	32.40	29.37	24.06	29.10	0	قوالح الذرة	
24.21	28.76	26.50	20.30	21.30	20		
20.12	21.30	19.90	19.90	19.40	40		
19.26	20.80	18.80	19.00	18.46	60		
28.23	402.3	729.3	24.06	1029.	0	مخلفات دواجن	
18.46	28.70	16.90	13.33	14.93	20		
17.41	22.63	16.70	16.20	14.13	40		
14.89	16.16	15.07	14.40	13.93	60		
28.73	32.40	29.37	24.06	29.10	0	مخلفات أبقار	
22.61	25.43	22.46	22.36	20.20	20		
20.06	22.40	22.00	18.26	17.60	40		
19.81	21.00	20.83	20.00	17.07	60		
نوع المخلفات							
18.14	20.84	18.98	216.5	2416.	قش الرز	نوع المخلفات X مستوى السماد الفوسفاتي	
23.09	25.81	23.64	20.81	22.11	قوالح الذرة		
19.87	24.97	19.49	16.99	18.04	مخلفات دواجن		
22.80	125.3	23.65	21.17	21.07	مخلفات أبقار		
مستوى الأحماض الدبالية							
28.73	32.40	29.37	24.06	29.10	0	مستوى الأحماض X مستوى السماد الفوسفاتي	
20.32	24.79	20.45	17.65	18.40	20		
18.28	21.10	18.55	17.65	15.81	40		
16.75	18.63	17.04	16.14	14.84	60		
	24.23	21.35	18.37	319.5		مستوى السماد الفوسفاتي	
أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05							
نوع المخلفات X مستوى الأحماض الدبالية X مستوى السماد الفوسفاتي	مستويات الحماض الدبالية X مستويات السماد الفوسفاتي	نوع المخلفات X مستوى السماد الفوسفاتي	نوع المخلفات X مستوى الأحماض الدبالية	مستويات السماد الفوسفاتي	نوع المخلفات	مستويات الأحماض الدبالية	
NS	NS	3.58	3.58	1.33	1.33	1.33	

الجدول 6. تأثير مستوى الأحماض الدبالية ومصدرها في تركيز الكالسيوم (مليمكافىء لتر<sup>-1</sup>) في محلول التربة الرملية المعاملة بمستويات مختلفة من سماد فوسفات ثنائي الأمونيوم

نوع المخلفات X مستوى الأحماض الدبالية	مستوى السماد الفوسفاتي (كغ P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /هكتار)				مستوى الأحماض الدبالية (لتسر/ هكتار)	نوع المخلفات
	150	100	50	0		
22.73	28.46	19.10	20.73	22.63	0	قش الرز
16.10	14.20	15.40	17.96	16.83	20	
13.70	9.13	14.60	16.40	14.66	40	
11.74	9.00	12.30	15.03	10.63	60	
22.73	28.46	19.10	20.73	22.63	0	قوالب ذرة
19.56	20.70	19.63	19.70	318.2	20	
18.58	20.10	17.30	18.73	0216.	40	
10.81	11.46	8.94	11.58	11.26	60	
22.73	28.46	19.10	20.73	22.63	0	مخلفات دواجن
15.49	16.00	15.53	615.2	15.20	20	
15.60	16.93	15.70	15.60	14.16	40	
14.32	14.16	15.26	13.86	14.00	60	
22.73	28.46	19.10	20.73	22.63	0	مخلفات أبقار
20.80	22.83	20.96	20.56	18.86	20	
19.50	22.03	19.26	18.23	18.46	40	
17.85	16.16	18.40	17.56	19.26	60	
نوع المخلفات						
16.06	15.20	15.35	17.53	16.19	قش الرز	نوع المخلفات X مستوى السماد الفوسفاتي
17.91	20.18	16.74	17.68	17.08	قوالب الذرة	
17.03	18.88	16.40	16.36	916.4	مخلفات دواجن	
20.21	722.3	19.43	19.27	19.80	مخلفات أبقار	
مستوى الأحماض الدبالية						
22.73	28.46	19.10	20.73	22.63	0	مستوى الأحماض X مستوى السماد الفوسفاتي
16.99	18.43	17.88	18.37	17.28	20	
16.84	17.04	17.21	17.24	15.88	40	
6713.	12.69	13.72	14.50	13.79	60	
مستوى السماد الفوسفاتي						
أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05						
نوع المخلفات X مستوى الأحماض الدبالية X مستوى السماد الفوسفاتي	مستويات الحماض الدبالية X مستويات السماد الفوسفاتي	نوع المخلفات X مستوى السماد الفوسفاتي	نوع المخلفات X مستوى الأحماض الدبالية	مستويات السماد الفوسفاتي	نوع المخلفات	مستويات الأحماض الدبالية
8.21	2.77	NS	2.77	1.11	1.11	1.11

## الفوسفور الجاهز في التربة (ملغم/كغ تربة):

يُلاحظ من الجداول 7 و 8 و 9 و 10 أن زيادة مستوى الأحماض الدبالية إلى حد المستوى 40 لتر/هكتار أدى إلى زيادة معنوية في كمية الفوسفور الجاهز بالتربة ولكن عند زيادة المستوى إلى 60 لتر/هكتار انخفضت كمية الفوسفور الجاهز معنوياً (فيما عدا الجدول 7 كانت هناك زيادة غير معنوية). انفتحت هذه النتائج مع كل من Delgado et al., (2002) و Heriviyanti et al., (2012) والبركات (2016) الذين أضافوا مزيجاً من حوامض الهيوميك والفولفيك وحصلوا على زيادة في كمية الفوسفور الجاهز بالتربة بزيادة مستويات الحوامض. أشار Cimrin and Yilmaz, (2005) أن الأحماض الدبالية تقلل من امتزاز الفوسفور بسبب منافستها للفوسفور الموجود مع الكالسيوم وعلى أسطح الكربونات أو الأطيان أو تسلك هذه الحوامض كمواد مخلبية تمسك الفوسفات. وأكد ذلك Delgado et al., (2002) عندما أشاروا إلى إن التنافس ما بين الحوامض العضوية ذات الأوزان الجزيئية المنخفضة وأيونات الفوسفات يؤدي إلى انخفاض امتزاز الفوسفات على الأسطح الفعالة. بينما برّر Lutzow et al., (2006) زيادة جاهزية الفوسفور إلى أن مجموعة الأمين (NH<sub>2</sub>-) أي حوامض الهيوميك لها القابلية على مسك أيون الفوسفات وإطلاقه ببطء وتحسين جاهزيته بالتربة. وحدد Sarwar et al., (2014) دور الأحماض الدبالية بقدرتها على تحويل أسترات الفوسفات إلى فوسفور لا عضوي وأشار Wilhelm et al., (2007) إلى أن زيادة تراكيز الأحماض الدبالية تزيد من نشاط أحياء التربة المجهرية في إفراز حوامض عضوية تزيد ذوبان مركبات الفوسفات قليلة الذائبية وزيادة جاهزية الفوسفور بالتربة. وعند مقارنة هذه النتيجة مع نتائج الكالسيوم الذائب (الجدول 3 و 4 و 5 و 6) ربما يؤكد أحد أسباب زيادة جاهزية الفوسفور في مسك الأحماض الدبالية لأيونات الكالسيوم والمغنسيوم تاركةً الفوسفور حراً في المحلول. أما بالنسبة للانخفاض الحاصل في كمية الفوسفور الجاهز عند المستوى 60 لتر/هكتار<sup>1</sup> فقد يرجع السبب إلى أن زيادة مستويات الأحماض الدبالية يذيب جزء من معادن الكربونات وبعض الأملاح واتحاد نواتجها مع الفوسفات الذائبة وترسيبها وربما هذا ينطبق على المخلفات ذات المحتوى العالي من حامض الفولفيك الذي يتميز بحموضته العالية قياساً بحموضة حامض الهيوميك. لقد حصل Cimrin and Yilmaz, (2005) على انخفاض غير معنوي بالفوسفور الجاهز بالتربة عند إضافة حامض الهيوميك بتركيز 300 كغ/هكتار بينما ازداد الفوسفور الجاهز بزيادة مستويات الإضافة 0 و 100 و 200 كغ/هكتار. كذلك أشار Asik et al., (2009) إلى انخفاض نمو نبات الحنطة وامتصاصه للعناصر الغذائية ومن ضمنها الفوسفور عند استخدام حامض الهيوميك بتركيز 2 غ/كغ تربة مقارنةً بالزيادة الحاصلة عند استخدام تركيز 1 غ/كغ مشيراً إلى إن التأثير الضار للمستويات العالية من حامض الهيوميك تعتمد على وسط النمو والمصدر العضوي المستخلص منه الحامض، وقد أكد ذلك Mindari et al., (2019) عندما أشار إلى أن المستوى المثالي لحامض الهيوميك المستخلص من الكومبوست هو 1.5-2.0 غ/كغ. وأوصى Gumus and Seker, (2015) بعدم إضافة الحوامض الدبالية بتركيز عالية للتربة الكلسية بسبب تأثيرها في رفع pH وملوحة الترب وهذا بالتأكيد سيقبل من كمية الفوسفور الجاهز بالتربة.

إن الأحماض الدبالية المستخلصة من قش الرز ومخلفات الدواجن تفوقت معنوياً ( $p \leq 0.05$ ) عن الأحماض الدبالية المستخلصة من مخلفات الأبقار وقوالح الذرة في قدرتها على زيادة الفوسفور الجاهز في التربة حيث بلغت 24.06 و 22.62 ملغ/كغ تربة للتربة الطينية المعاملة بسماد السوبر فوسفات المركز و 27.68 و 25.84 ملغ/كغ تربة للتربة الطينية المعاملة بسماد فوسفات ثنائي الأمونيوم و 25.84 و 25.18 ملغ/كغ تربة للتربة الرملية المعاملة بسماد السوبر فوسفات المركز و 30.05 و 28.34 ملغ/كغ تربة للتربة الرملية

المعاملة بسماذ فوسفات ثنائي الأمونيوم على الترتيب لكل من قش الرز ومخلفات الدواجن (الجدول 7 و 8 و 9 و 10). لقد توصل Winarso *et al.*, (2011) إلى نتائج مشابهة من حيث زيادة الفوسفور الجاهز بالتربة عندما استخدم حامض الهيوميك المستخلص من قش الرز كذلك حصل Mindari *et al.*, (2019) على اختلاف في قدرة حامض الهيوميك على زيادة الفوسفور الممتص باختلاف المصدر العضوي المستخلص منه الحامض وأعطت مخلفات الأبقار أعلى فوسفور قياساً بالفحم والكومبوست. إن سبب زيادة الفوسفور الجاهز في المعاملة الخاصة بالأحماض الدبالية المستخلصة من قش الرز ومخلفات الدواجن قد قابله انخفاض واضح في تركيز الكالسيوم الذائب بالتربة مما يعني خلب عنصر الكالسيوم وبزبد من جاهزية الفوسفور بالتربة وفضلاً عن ذلك فإن المحتوى العالي للأحماض المستخلصة من قش الرز ومخلفات الدواجن من الفوسفور الكلي (جدول 1) يضيف فوسفور جاهز للتربة مقارنة مع قوالح الذرة ومخلفات الأبقار. فيما يخص الأحماض الدبالية المستخلصة من مخلفات الدواجن فإن انخفاض نسبة C/N لها وارتفاع محتواها من النتروجين ربما يكون حافزاً في زيادة نشاط أحياء التربة في إفراز حوامض عضوية تزيد من إذابة مركبات الفوسفات المترسبة في التربة (Wilheim *et al.*, 2007) فضلاً عن زيادة نشاط أنزيم الفوسفاتيز. وفيما يخص الحوامض الدبالية المستخلصة من قش الرز فإن احتواءها على نسبة عالية من حامض الفولفيك كما تم الإشارة إلى ذلك مسبقاً يشجع منافسة هذا الحامض ذو المجاميع الأروماتية منخفضة الأوزان الجزيئية لأيونات الفوسفات المتمتزة على الأسطح الفعالة، مما يزيد من جاهزية الفوسفات في التربة. إن تظافر العوامل أعلاه في تميز الأحماض الدبالية المستخلصة من قش الرز ومخلفات الدواجن ربما يعطي مبرراً لزيادة الفوسفور الجاهز في التربة المعاملة بهما قياساً بالأحماض الدبالية المستخلصة من قوالح الذرة ومخلفات الأبقار .

توضح النتائج في الجداول 7 و 8 و 9 و 10 زيادة كمية الفوسفور الجاهز بالتربة بزيادة مستويات سماذ السوبرفوسفات المركز وبلغت أعلى قيمة عند المستوى 150 كغ P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/هكتار. لقد حصل كل من البجراني (2015) ومصطفى (2019) على زيادة في الفوسفور الجاهز بالتربة مع زيادة مستويات سماذ السوبرفوسفات لمركز المضاف للتربة وحصل Alkhader and Rayyan, (2015) على زيادة بالفوسفور الجاهز بالتربة بزيادة مستويات سماذ فوسفات ثنائي الأمونيوم. توضح نتائج التداخلات في الجداول الأربعة إن أعلى قيمة للفوسفور الجاهز تراكفت مع استعمال الأحماض الدبالية المستخلصة من قش الرز ومخلفات الدواجن وعند كافة مستويات الأحماض ومستويات السماذ الفوسفاتي. كذلك يلاحظ أن تأثير مستوى الأحماض الدبالية في كمية الفوسفور الجاهز بالتربة قد أخذ ذات السياق من زيادة إلى حد المستوى 40 لتر/هكتار ثم انخفاض معنوي عند المستوى 60 لتر/هكتار ولأغلب مصادر الأحماض الدبالية ومستويات السماذ الفوسفاتي وقابل ذلك زيادة واضحة بزيادة مستويات السماذ الفوسفاتي عند جميع مصادر الأحماض الدبالية ومستوياتها. إن هذا يعني إن أعلى قيم للفوسفور الجاهز في التربة ظهرت عند التداخلات المتضمنة استخدام الأحماض الدبالية المستخلصة من قش الرز أو مخلفات الدواجن والمضافة بمستوى 40 لتر/هكتار في الترب المسمدة بمستوى 150 كغ P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/هكتار .

استناداً إلى نتائج اختبار (t) للمقارنة بين نوعي السماذ الفوسفاتي المضاف للتربتين تفوق سماذ فوسفات ثنائي الأمونيوم على سماذ السوبرفوسفات المركز بشكل معنوي، وأعطى السمدان معدلاً للفوسفور الجاهز بلغ 21.78 و 16.27 مغ/كغ تربة على التوالي عند التربة الطينية و 24.37 و 21.85 مغ/كغ تربة على التوالي عند التربة الرملية، وقد جاءت هذه النتيجة معاكسة لنتيجة تأثير نوع السماذ الفوسفاتي في تركيز الكالسيوم الذائب بالتربة. وتوصلت العبدلي (2005) إلى نتائج مماثلة حيث تفوق سماذ فوسفات ثنائي الأمونيوم على سماذ السوبر فوسفات المركز من حيث جاهزية الفوسفور. وأشار الموسوي (2005) أن سماذ فوسفات ثنائي الأمونيوم

أعطى أعلى نسبة زيادة في الفوسفور الجاهز بلغت 59.98 % مقارنةً بسماد سوبر فوسفات المركز وسماد فوسفات أحادي الأمونيوم الذي أعطى نسبة زيادة بلغت 39.28% و22.36% على التوالي. لقد أشار عواد (1987) أن سماد فوسفات ثنائي الأمونيوم لا يكون الكثير من الرواسب في التربة بسبب تعادل pH محلوله المائي في التربة، وإن جاهزية الأسمدة الفوسفاتية يمكن أن تكون وفق التسلسل: فوسفات احادي الأمونيوم < فوسفات ثنائي الأمونيوم < فوسفات أحادي الكالسيوم < فوسفات ثنائي الكالسيوم.

#### الاستنتاجات:

يمكن أن نستنتج من هذه الدراسة نجاح استخدام الأحماض الدبالية (خليط حامض الهبوميك وحامض الفولفيك) في زيادة جاهزية الفوسفور في تربة كلسية مختلفة الخصائص مع تفوق للأحماض الدبالية المستخلصة من قش الرز أو مخلفات الدواجن قياساً بقوالب الذرة ومخلفات الأبقار بسبب كفاءتها العالية في مسك وترسيب الكالسيوم في التربة وإن تواجد هذه المخلفات العضوية في البيئة بكميات كبيرة يمكن استغلالها فضلاً عن إن طريقة استخلاص الأحماض منها سهلة وغير مكلفة. إن زيادة مستوى إضافة الأحماض الدبالية لأكثر من 40 لتر/هكتار أدى الى انخفاض واضح في الفوسفور الجاهز في تربة الدراسة. وعند كلا السمادين تفوق سماد فوسفات ثنائي الأمونيوم على سماد السوبر فوسفات المركز في إعطاء أعلى قيم للفوسفور الجاهز في تربة الدراسة مما يشجع استخدامه في ظل ظروف المنطقة خصوصاً وإن الإنتاج المحلي لسماد السوبر فوسفات المركز قد توقف أو انخفض بشكل كبير في الآونة الأخيرة.

الجدول 7. تأثير مستوى الأحماض الدبالية ومصدرها في كمية الفوسفور الجاهز (ملغم كغ-تربة) في التربة الطينية المعاملة بسماد السوبر فوسفات المركز

نوع المخلفات X مستوى الأحماض الدبالية	مستوى السماد الفوسفاتي (كغ P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /هكتار)				مستوى المخلفات (لتر/هكتار)	نوع المخلفات
	150	100	50	0		
12.43	13.71	14.76	11.48	9.80	0	قش الرز
22.85	32.85	18.57	20.54	19.44	20	
32.36	32.98	34.45	21.22	30.81	40	

28.61	38.71	29.61	25.44	20.68	60	
12.43	13.71	14.76	11.48	9.80	0	قوالح ذرة
17.71	24.68	18.83	14.69	12.67	20	
10.42	21.31	5.05	10.86	4.48	40	
6.46	7.88	6.48	4.36	7.13	60	
12.43	13.71	14.76	11.48	9.80	0	مخلفات دواجن
24.58	29.84	25.93	23.80	18.15	20	
27.31	28.49	25.78	27.12	19.01	40	
28.37	33.38	28.14	27.73	24.24	60	
12.43	13.71	14.76	11.48	9.80	0	مخلفات أبقار
12.11	14.31	14.52	10.46	9.02	20	
13.04	14.42	14.85	10.64	12.28	40	
18.12	16.45	16.06	14.64	25.36	60	
نوع المخلفات						
24.06	29.56	24.34	22.17	20.18	قش الرز	نوع المخلفات x مستوى السماد الفوسفاتي
11.75	16.89	11.28	10.34	8.52	قوالح الذرة	
22.62	26.35	23.65	22.53	17.95	مخلفات دواجن	
13.92	14.72	15.06	11.80	14.11	مخلفات أبقار	
مستوى الأحماض الدبالية						
12.43	13.71	14.76	11.48	9.80	0	مستوى الأحماض الدبالية X مستوى السماد الفوسفاتي
19.26	25.42	19.46	17.37	14.82	20	
20.23	24.30	20.03	19.96	16.64	40	
20.39	24.10	20.07	18.04	19.35	60	
	21.88	18.58	16.71	15.15	مستوى السماد الفوسفاتي	
أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05						
نوع المخلفات x مستوى الأحماض الدبالية x مستوى السماد الفوسفاتي	مستوى الأحماض الدبالية x مستوى السماد الفوسفاتي	نوع المخلفات مستوى السماد x الفوسفاتي	نوع المخلفات x مستوى الأحماض الدبالية	مستويات السماد الفوسفاتي ي	نوع المخلفات	مستوى الأحماض الدبالية
11.05	3.78	3.78	3.78	1.76	1.76	1.76

الجدول 8. تأثير مستوى الأحماض الدبالية ومصدرها في كمية الفوسفور الجاهز (ملغم كغ<sup>-1</sup> تربة) في التربة الطينية المعاملة بسماد فوسفات ثنائي الأمونيوم

نوع المخلفات X مستوى الأحماض الدبالية	مستوى السماد الفوسفاتي (كغ P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /هكتار)				مستوى المخلفات (لتر/ هكتار)	نوع المخلفات
	150	100	50	0		
14.06	15.43	15.69	12.59	12.54	0	قش الرز
25.82	34.47	32.03	17.60	19.19	20	
37.47	42.39	34.80	39.50	33.22	40	



32.50	34.71	32.86	32.24	30.19	60	
14.06	15.43	15.69	12.59	12.54	0	قوالب ذرة
20.42	32.11	22.00	22.58	5.00	20	
29.46	32.19	33.20	31.00	21.45	40	
15.84	32.00	17.18	9.62	4.58	60	
14.06	15.43	15.69	12.59	12.54	0	مخلفات دواجن
29.32	32.49	29.90	29.57	25.34	20	
30.71	33.75	28.22	30.90	29.99	40	
29.28	33.59	29.32	25.98	28.24	60	
14.06	15.43	15.69	12.59	12.54	0	مخلفات أبقار
14.56	19.90	15.42	13.04	9.91	20	
16.00	20.73	16.45	14.19	12.64	40	
10.86	16.86	10.64	9.06	6.89	60	
نوع المخلفات						
27.68	31.00	28.84	27.73	23.78	قش الرز	نوع المخلفات x مستوى السماد الفوسفاتي
20.06	28.43	21.99	18.94	10.89	قوالب الذرة	
25.84	28.81	25.78	24.76	24.02	مخلفات دواجن	
13.87	18.23	14.55	12.22	10.49	مخلفات أبقار	
مستوى الأحماض الدبالية						
14.06	15.34	15.69	12.59	12.54	0	مستوى الأحماض الدبالية X مستوى السماد الفوسفاتي
22.49	29.74	24.68	20.69	14.86	20	
28.28	32.26	27.66	28.89	24.32	40	
22.12	29.29	22.50	19.22	17.47	60	
	26.68	22.63	20.34	17.29	مستوى السماد الفوسفاتي	
أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05						
نوع المخلفات x مستوى الأحماض الدبالية x مستوى السماد الفوسفاتي	مستوى الأحماض الدبالية x مستوى السماد الفوسفاتي	نوع المخلفات مستوى السماد x الفوسفاتي	نوع المخلفات x مستوى الأحماض الدبالية	مستويات السماد الفوسفاتي	نوع المخلفات	مستوى الأحماض الدبالية
NS	6.11	6.11	6.11	2.97	2.97	2.97

الجدول 9. تأثير مستوى الأحماض الدبالية ومصدرها في كمية الفوسفور الجاهز (ملغ/كغ تربة) في التربة الرملية المعاملة بسماد السوبر فوسفات المركز

نوع المخلفات X مستوى الأحماض الدبالية	مستوى السماد الفوسفاتي (كغ P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /هكتار)				مستوى المخلفات (لتر/ هكتار)	نوع المخلفات
	150	100	50	0		
15.04	16.06	15.61	17.40	11.09	0	قش الرز
26.13	29.09	26.80	27.42	21.23	20	
33.87	37.13	37.16	36.30	24.89	40	

29.88	35.09	30.62	28.12	25.70	60	قوالج ذرة
15.04	16.06	15.61	17.40	11.09	0	
17.41	18.20	17.58	17.01	16.87	20	
23.12	26.38	24.95	23.56	17.59	40	
11.65	13.67	15.62	10.87	6.44	60	
15.04	16.06	15.61	17.40	11.09	0	مخلفات دواجن
26.59	27.25	29.04	24.68	25.39	20	
34.39	37.63	35.34	34.79	29.82	40	
25.52	28.02	27.98	20.74	20.36	60	
15.04	16.06	15.61	17.40	11.09	0	
15.28	18.02	16.64	14.61	11.88	20	مخلفات أبقار
19.50	25.15	21.66	20.19	11.02	40	
18.68	22.24	20.60	19.30	12.59	60	
نوع المخلفات						
25.84	27.58	27.54	27.31	20.93	قش الرز	نوع المخلفات x مستوى السماد الفوسفاتي
16.80	18.57	18.44	17.21	12.99	قوالج الذرة	
25.38	27.24	26.99	24.40	22.91	مخلفات دواجن	
17.12	20.36	18.62	17.87	11.64	مخلفات أبقار	
مستوى الأحماض الدبالية						
15.04	16.06	15.61	17.40	11.09	0	مستوى الأحماض الدبالية X مستوى السماد الفوسفاتي
21.35	23.14	22.51	20.93	18.84	20	
27.72	31.57	29.77	28.71	20.83	40	
21.88	24.75	23.70	19.75	17.52	60	
	23.88	22.89	21.69	17.07	مستوى السماد الفوسفاتي	
أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05						
نوع المخلفات x مستوى الأحماض الدبالية x مستوى السماد الفوسفاتي	مستوى الأحماض الدبالية x مستوى السماد الفوسفاتي	نوع المخلفات مستوى السماد x الفوسفاتي	نوع المخلفات x مستوى الأحماض الدبالية	مستويات السماد الفوسفاتي	نوع المخلفات	مستوى الأحماض الدبالية
NS	NS	NS	6.91	3.18	3.18	3.18

الجدول 10. تأثير مستوى الأحماض الدبالية ومصدرها في كمية الفوسفور الجاهز (ملغ/كغ تربة) في التربة الرملية المعاملة بسماد فوسفات ثنائي الأمونيوم

نوع المخلفات X مستوى الأحماض الدبالية	مستوى السماد الفوسفاتي (كغ P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /هكتار)				مستوى المخلفات (لتر/هكتار)	نوع المخلفات
	150	100	50	0		
18.24	24.34	20.00	14.49	14.16	0	قش الرز
34.15	38.00	39.32	28.77	30.53	20	
36.71	40.54	37.02	34.29	34.99	40	

31.09	42.73	36.96	25.93	18.77	60	قوالب ذرة
18.24	24.34	20.00	14.49	14.16	0	
18.29	22.53	20.99	15.58	14.07	20	
23.77	28.34	25.90	20.46	20.38	40	
18.61	24.23	23.29	15.76	11.19	60	
18.24	24.34	20.00	14.49	14.16	0	مخلفات دواجن
30.15	39.24	33.67	24.93	22.76	20	
35.32	38.00	36.19	35.48	31.61	40	
29.77	34.33	29.72	30.39	24.64	60	
18.24	24.34	20.00	14.49	14.16	0	مخلفات أبقار
19.46	27.57	24.14	13.21	12.95	20	
24.09	28.64	26.72	24.72	16.29	40	
15.58	21.11	14.09	13.81	13.31	60	
نوع المخلفات						
30.05	36.40	20.00	25.87	24.61	قش الرز	نوع المخلفات x مستوى السماط الفوسفاتي
19.79	25.12	22.54	16.57	14.95	قوالب الذرة	
28.34	33.97	31.45	26.24	23.29	مخلفات دواجن	
17.84	25.41	21.23	10.55	14.17	مخلفات أبقار	
مستوى الأحماض الدبالية						
18.24	24.34	20.00	14.49	14.16	0	مستوى الأحماض الدبالية X مستوى السماط الفوسفاتي
25.51	31.83	29.53	20.62	20.07	20	
29.96	33.88	31.45	28.73	25.81	40	
23.76	30.60	26.00	21.47	16.97	60	
	30.16	26.74	21.32	19.21	مستوى السماط الفوسفاتي	
أقل فرق معنوي عند مستوى احتمال 0.05						
نوع المخلفات x مستوى الأحماض الدبالية x مستوى السماط الفوسفاتي	مستوى الأحماض الدبالية x مستوى السماط الفوسفاتي	نوع المخلفات مستوى السماط الفوسفاتي x	نوع المخلفات مستوى الأحماض الدبالية	مستويات السماط الفوسفاتي	نوع المخلفات	مستوى الأحماض الدبالية
NS	NS	NS	8.52	4.52	4.52	4.52

## المراجع:

- احمد، فايق حسن وعبد سلمان جبر وعبد الباقي داوود سلمان (2006). تأثير السماط الفوسفاتي ونسجة التربة ومصادر مياه الري في بعض الصفات الكيميائية للتربة. مجلة العلوم الزراعية العراقية 37(3): 12-20.
- البحراني، ايمان قاسم محمد (2015). تأثير البكتريا المذيبة لفوسفات وحامض الهيبيومك في ائزان الفوسفور وجاهزية المغذيات وحاصل الذرة الصفراء الزراعة. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة بغداد. 152 صفحة
- البركات، حنون ناھي كاظم (2016). تأثير التسميد الحيوي وطرق اضافة حامضي الهيومك والفولفك في جاهزية NPK والحديد والزنك في التربة وانتاجية الذرة الصفراء (*Zea mays L.*) اطروحة دكتوراه، جامعة بغداد. 220 صفحة
- التميمي، هيفاء جاسم حسين (1997). السلوك الكيميائي لاسمدة المغذيات الصغرى المخليبية المصنعة من الحوامض الدبالية والشائعة وكفاءتها في بعض الترب الكلسية. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة البصرة. 207 صفحة
- الراوي، خاشع محمود وعبد العزيز محمد خلف الله (1980). تصميم وتحليل التجارب الزراعية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل. 488 صفحة.

- العبدلي، رنا سعد الله عزيز (2005). تفاعلات بعض الازمدة الفوسفاتية في الترب الكلسية وتأثيرها في نمو نبات الحنطة. رسالة ماجستير، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل. العراق. 149 صفحة
- عواد، كاظم مشحوت (1987). التسميد وخصوبة التربة. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل. 393 صفحة
- مصطفى، محمد جواد (2019). تأثير التسميد المتكامل بعنصر الفوسفور في بعض خصائص التربة ونمو نبات زهرة الشمس *Helianthus annus*. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة البصرة. 134 صفحة.
- الموسوي، احمد نجم عبد الله (2005). تأثير بعض أنواع الازمدة الفوسفاتية وتجزئة اضافتها في الفوسفور الجاهز في التربة وحاصل الذرة الصفراء. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة بغداد. 150 صفحة.
- Ali, M.; and W. Mindari (2016). Effect of humic acid on soil chemical and physical characteristics of embankment. MATEC Wep of conference. Vol. 58.Pp6.
- AlKhader, A.M.F.; and A.A.M. Rayyan (2015). The impact of phosphorus fertilizers on nutrient content and uptake in Lettuce (*Lactuca sativa* L.) nd on selected chemical properties of a calcareous Soil. Jordan J. of Agri. Sci., 11(4):1021-1035
- Asik, B.B.; M.A.Turan; H. Celik; and A.V. Katkat (2009). Effect of humic substances on plant growth and mineral nutrient uptake of wheat (*Triticum durum* cv.Salihli) under condition of salinity. Asian J. of Crop Sci., 1(2):87-95.
- Asing, J.; N.C. Wang; and L. Seng (2009). Optimization of extraction method and characterization of humic acid derived from coals and composts. J. Trop. Agric. and FD. Sci., 37(2):211-223
- Black, C.A. (1965). Methods of soil analysis. Part1.Physical properties. Am. Soc. Agron., Inc. Madison Wisconsin, USA. Pp 770.
- Chein,S.H.; L.I. Prochnow; S. Tu; and C.S. Snyder (2011). Agronomic and environmental aspects of phosphate fertilizers varying in source and solubility :an update review . Nutrient ycling. Agroeco. 89(2):229-225.
- Cimrin, K.M.; and I. Yilmaz (2005). Humic acid applications to lettuce do not improve yield but do improve phosphorus availability. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil and Plant Science. 55(1): 58-63.
- Delgado, A.; A. Madrid; A. Kassem; L. Andreu and M. Campillo (2002). Phosphorus fertilizer recovery from calcareous soils amended with humic and fulvic acids. Plant and Soil. 245: 277–286.
- Gamble, D.S.; and C.H. Langford (1988). Complexing equilibria in mixedlig and systems: tests of theory with computer simulations. Environ. Sci. Technol., 22:1325-1336.
- Gumus, I.; and C. Serker (2015). Influence of humic acid application on soil physicochemical properties. University of Selcuk. Pp11.
- Herviyanti, T.B.; F. Ahmed and A. Sajadi (2012). Humic acid and water management to decrease ferro (Fe<sup>2+</sup>) solution and increase productivity of established New. J. Trop. Soils. 17(1):9-17.
- Hosel, K.; D.N. Suanco; and Y. Natashi (2014). A study of some physiochemical behavior on phosphorus fertilizers in calcareous soils. Agric. Sci. Res. J.; 2(5):240-249.
- Jackson, M.L. (1958). Soil chemical analysis. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffe, N.J. Pp 497.
- Lutzow, M.V.; L. Koegel; E. Eckschmitt; and E. Matzne (2006). Stabilization of organic matter in temperate soils: mechanisms and their relevance under different soil conditions. A review. Eu. Soil. Sci., 57:426-445.
- Mindari, W.; P.E. Sasongko; Z. Kusuma; Syekhfani; and N. Aani (2019). Efficiency of various sources and doses of humic acid on physical and chemical properties of saline soil and growth and yield of rice. AIP Conf. Proc., AIP Pub.Pp8.

- Mindari. W.; N. Aini; Z. Kusuma; and Syekhfani (2014). Effects of humic acid-based cation buffer on chemical characteristics of saline soil and growth of maize. *J. Degraded and Mining Lands Manag.* 2(1):259-268.
- Murphy, T.; and J.R. Riley (1962). A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chem. Acta.* 27:31-36.
- Nardi, S.; D. Pizzeghello; A. Muscolo; and A. Vianello (2002). Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology.* 34:1527–1536
- Ouatmane, A.; M. Hafidi; M. El Gharous; and J.C. Revel (1999). Complexation of calcium ions by humic and fulvic acids. *Analysis.* 27(5).
- Ounia, Y.; T. Ghnayaa; F. Montemurro; Ch. Abdelly; and A. Lakhda (2014). The role of humic substances in mitigating the harmful effects of soil salinity and improve plant productivity. *Int. J. Plant Prod.*, 8 (3):353-374.
- Page, A.L.; R.H. Miller; and D.R. Kenney (1982). *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and biological properties.* Amer. Soc. Agron. Inc. Madison, Wisconsin. Pp 1158.
- Prasad, R.; and J.F. Power (1997). *Soil fertility management for sustainable agriculture.* Lewis pub. CRC press LLC. USA. Pp 347.
- Richards, A. (1954). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils.* Agris. Hand book No. 60. USDA. Washington, USA. Pp 160.
- Saha, R.; M.A.U. Saieed; and M.A.K. Chowdhury (2013). Growth and yield of rice (*Oryza sativa*) as influenced by humic acid and poultry manure. *Univ. J. Plant Sci.*, 1(3):78-84.
- Sanchez, C.A. (2007). Phosphorus. In Barker, A.V. and D.J. Pilbeam (Eds.). *Handbook of plant nutrition.* (Pp 51-90) CRC press. USA.
- Sarwar, M.; M. Ehsan Akhtar; and S.I. Hyder (2014). Effect of humic acid and phosphorous on yield and nutrient availability in soil and uptake by peas. *Prime J. Physical Sci.*, 1 (5): 53 – 57.
- Sharma, P.; and A. Kappler (2011). Desorption of arsenic from clay and humic acid-coated clay by dissolved phosphate and silicate. *J. Contaminant Hydrology.* 126:216-255.
- Thomas, B.M.; and Z. Rengel (2002). Di-ammonium phosphate and mono- ammonium phosphate improve canola growth when banded in a P-fixing soil compared with triple superphosphate. *Australian J. Agric. Res.*, 53:1211-1217.
- Wilhelm, J.; M.F. Johnson ; L. Karrien; and T. David (2007). Corn Stover to sustain soil organic carbon further constrains biomass supply. *Agronomy. J.*, 99 : 1665-1667.
- Winarso, S.; D. Sulistyanto; and E. Handayanto (2011). Effects of humic compounds and phosphate solubilizing bacteria on phosphorus availability in an acid soil. *J. Ecol. Environ.*, 3(7):232-240.
- Zafar, M.; M.K. Abbasi; N. Rahim; A. Khaliq; A. Shaheen; M. Jamil; and M. Shahid (2011). Influence of integrated phosphorus supply and plant growth promoting rhizobacteria on growth, nodulation, yield and nutrient uptake in *Phaseolus vulgaris*. *African J. of Biotech.*, 10(74) : 16793-16807.

## Effect of Various Sources of Humic Substances on Soluble Calcium and Available Phosphorus of Two Calcareous Soils

Jamal H. Yaqoub<sup>\*(1)</sup> and Mohammed A. budalkareem<sup>(2)</sup>

(1). University Services Management Administration, University of Basrah, Iraq.

(2). Department of Soil Sciences, Water Research, Faculty of Agriculture, University of Basrah, Iraq.

(\*Corresponding author: Jamal H. Yaqoub E-Mail: jam13336@Gmail.com).

Received: 28/05/2020

Accepted: 13/06/2020

### Abstract

An incubation experiment was laid out at Department of Soil Sciences and Water Resources, College of Agriculture, University of Basrah, Iraq, in 2019, to study the effect of humic substances (humic acid and fulvic acid) which extracted from different organic sources (rice straw, corn cobs, cattle residue and poultry residue) composed aerobically for three months on phosphorus availability as related to calcium concentration in solution of two soils. Four levels of humic substances (0, 20, 40 and 60 L/ha) were applied to two soils along with 0, 50, 100 and 150 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> /ha from either triple super phosphate or di-ammonium phosphate. Samples were incubated at 25 ± 2 °C for 14 days under field capacity moisture condition. Soluble calcium was determined and available P was determined after extracting by 0.5 M NaHCO<sub>3</sub>. In respect of soluble Ca, the result showed that increasing humic substances level decreased soluble Ca<sup>++</sup> at both soils and both fertilizers used, with lowest values in the treatments of rice straw and poultry residue. Furthermore, TSP gave the highest values of soluble calcium as compared with DAP. Available P showed opposite trends as for available calcium. Available P values were differed with different humic substances treatment along with soils and fertilizer sources with the highest available P associated with treatments of rice straw at level of 40 L/ha for both soils.

**Key words:** Humic substances, Soluble calcium, Available P, Ammonium diphosphate, Rice straw, Calcareous soils.